

Sélection de porcs valorisant l'azote de manière plus efficiente

Auteure: Claudia Kasper

Version: 1 / Octobre 2024

L'amélioration de l'efficience de l'azote (N) par la sélection génétique semble tout à fait envisageable, étant donné l'héritabilité considérable de ce critère. De plus, il n'existe pas de conflit majeur entre l'efficience de l'azote et d'autres critères de sélection importants. On peut donc supposer qu'une sélection ciblée axée sur l'efficience de l'azote permettra de réduire durablement et à long terme les émissions d'azote, car une meilleure utilisation de l'azote réduit le besoin en protéines dans l'alimentation animale. Pour exploiter pleinement le potentiel de réduction de l'azote chez les porcs sélectionnés pour une meilleure efficience de l'azote et ainsi diminuer les émissions, il est nécessaire d'ajuster la teneur en protéines de leur alimentation, en partant du principe que leurs besoins en protéines sont moindres. Les organisations d'élevage, les fabricants d'aliments pour animaux ainsi que les agricultrices et les agriculteurs pourraient donc à l'avenir contribuer à réduire les émissions d'azote liées à la production porcine par le simple choix des lignées génétiques appropriées, à condition que l'efficience de l'azote soit prise en compte lors de la sélection des porcs destinés à l'engraissement.

Tableau 1: Éléments clés de la mesure

Domaine d'application	Élevage porcin
Niveau de mise en œuvre	Fédérations d'élevage, vulgarisation, agricultrices/agriculteurs
Échelle d'action	Exploitation, porcherie
Rentabilité	Incertaine/variable, aucune affirmation générale possible
Effet visé	La mesure a un impact sur l'azote (N)
Sous-catégorie visée	Réduction des apports de N dans le cycle agricole du N
Temps de mise en œuvre	Long terme (> 5–10 ans)
Effet / Potentiel de réduction	Pour chaque augmentation de 1 %, environ 1 % de N alimentaire en plus subsiste dans la carcasse

Principe d'action

L'efficience de l'azote (N) correspond à la part d'azote alimentaire qui est incorporée dans la carcasse, principalement sous forme de masse musculaire. Cette efficience est en moyenne de $0,39 \pm 0,04$ dans la population de la lignée maternelle du Grand Porc Blanc suisse (Ewaoluwabemiga et al., 2023a). Ce critère varie d'un individu à l'autre chez les porcs à l'engrais et est influencé par différents facteurs, tels que la teneur en protéines de l'alimentation, le sexe et l'âge (Ruiz-Ascacibar et al., 2017).

La génétique joue également un rôle clé. Une héritabilité moyenne ($0,54 \pm 0,10$, Ewaoluwabemiga et al., 2023a) a récemment été estimée pour ce critère. Les corrélations génétiques entre l'efficience de l'azote et les autres critères de sélection pour la lignée paternelle du Grand Porc Blanc suisse de la plus grande fédération suisse d'élevage sont généralement positives ou ces critères sont génétiquement indépendants. Par conséquent, les conflits avec les objectifs de sélection actuels risquent d'être peu nombreux, voire inexistant (fig. 1). Pour la consommation d'aliments, on peut même s'attendre à des effets de synergie en cas de sélection visant à améliorer l'efficience de l'azote. Seuls quelques critères de qualité de la viande pourraient donner lieu à de légers conflits, mais ceux-ci seraient probablement gérables en prenant des mesures de sélection adaptées.



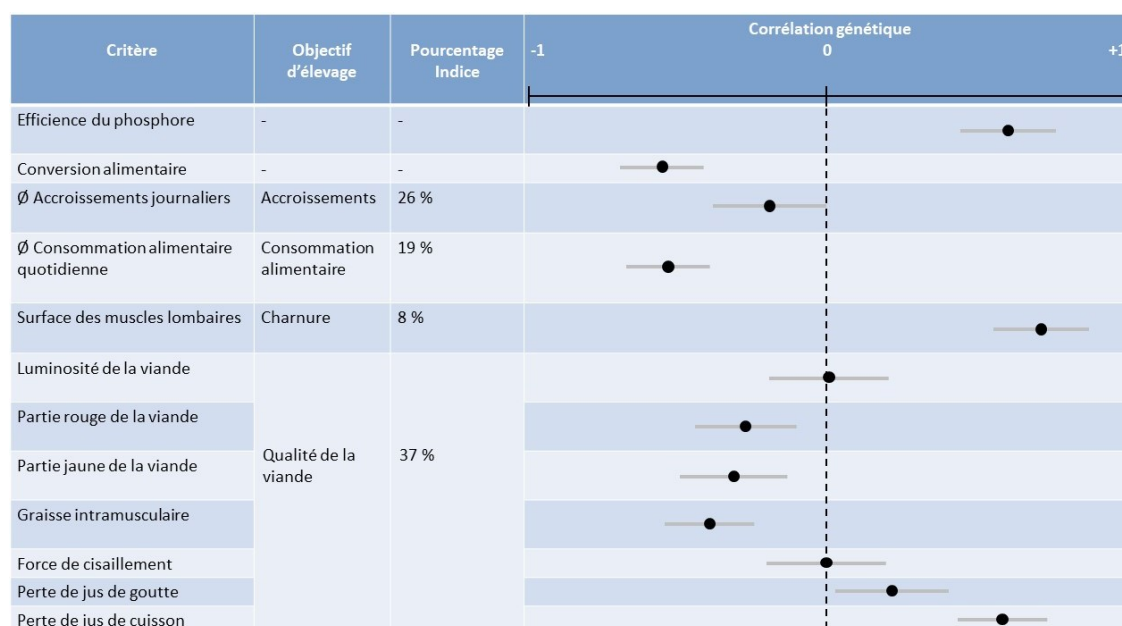


Figure 1: Corrélations génétiques entre l'efficiencia de l'azote et l'efficiencia du phosphore, conversion alimentaire ainsi que d'autres critères de sélection du Grand Porc Blanc suisse.

L'efficiencia de l'azote englobe plusieurs processus, tels que la digestibilité et la capacité d'absorption des protéines, la composition du microbiote intestinal, les besoins en acides aminés pour le maintien de l'organisme, le potentiel de croissance, le métabolisme musculaire ainsi que l'utilisation des acides aminés pour diverses fonctions, telles que la croissance, l'entretien et les défenses immunitaires. Ces processus se déroulent dans différents tissus et sont influencés par des facteurs génétiques, environnementaux ou leurs interactions. Cette complexité rend difficile l'identification statistique précise des gènes ou des régions du génome qui jouent un rôle déterminant dans l'efficiencia de l'azote (Ewaoluwagbemiga et al., 2023b). Ainsi, seuls quelques gènes, chacun n'expliquant qu'une faible part de l'héritabilité, ont pu être associés à cette efficiencia. D'après les résultats actuels, on peut néanmoins supposer que de nombreuses autres variantes restent à découvrir. Grâce à la sélection génomique actuelle, il est possible d'utiliser le «profil génomique», c'est-à-dire l'ensemble des variantes du génome qui expliquent une part significative de la variation de l'efficiencia de l'azote, rendant ainsi l'identification de marqueurs individuels moins nécessaire. Cette approche permet d'accélérer les progrès de la sélection pour les critères difficiles à mesurer. Ainsi, l'introduction de la sélection génomique a permis d'augmenter de 50 % le progrès zootechnique dans l'indice global d'une lignée de porcs (Knol et al., 2016).

Avantages/Synergies

La conversion alimentaire, qui reflète la capacité à transformer efficacement les aliments en masse corporelle, est un objectif d'élevage bien établi. Elle vise principalement à améliorer l'efficiencia énergétique. Cependant, la corrélation génétique entre l'efficiencia alimentaire et celle de l'azote indique que se concentrer uniquement sur l'efficiencia alimentaire n'entraîne qu'une amélioration limitée de l'efficiencia de l'azote. Il serait donc plus pertinent de cibler directement l'efficiencia de l'azote, en tant qu'objectif de sélection à part entière ou en complément de la conversion alimentaire. Cela permettrait d'augmenter durablement l'efficiencia de l'azote au fil des générations, réduisant ainsi l'excrétion d'azote dans l'urine et les fèces. Au cours de l'élevage, les besoins en protéines de ces porcs diminueraient, entraînant une adaptation de l'alimentation avec une teneur réduite en protéines et en acides aminés essentiels. Il serait également possible de réduire les importations d'aliments pour animaux ou de diminuer la concurrence entre surfaces de culture destinées à l'alimentation humaine et surfaces destinées à l'alimentation animale, car on aurait besoin de moins de supports protéiques (comme les tourteaux d'extraction ou les protéines de pommes de terre) seraient nécessaires. En théorie, le prix des aliments pour animaux pourrait également baisser en raison de la réduction de leur teneur en protéines. La baisse des besoins en acides aminés essentiels simplifierait l'optimisation de la formulation en termes d'apport et d'excrétion d'azote ou de rentabilité. En outre, une réduction de la teneur en protéines réduirait le volume de lisier, car il y aurait moins de métabolites ou d'éléments nutritifs excédentaires à éliminer (Shaw et al., 2006). Récemment, il a été démontré qu'une réduction de 3 % des protéines brutes dans l'alimentation entraînait une diminution de 11 % du volume de lisier et une réduction de 22 % de la teneur en N dans le lisier (Soldevila et al., 2024). Cette mesure peut également être précieuse pour la production porcine biologique.

Inconvénients/Limitations/Conflits d'intérêts

L'intégration du critère dans le programme de sélection actuel risque de poser un défi. Dans de nombreux programmes, plusieurs critères sont regroupés en un seul indice de sélection, en fonction de l'objectif d'élevage. Chaque critère se voit attribuer un poids économique selon son importance relative et son impact sur la rentabilité globale. Plus la pondération est élevée, plus le critère est favorisé. Cependant, il est difficile de déterminer la pondération économique de l'efficiencia de l'azote. Les technologies permettant de mesurer la teneur en N des carcasses de centaines, voire de milliers d'animaux, sur une courte période, comme le

nécessiterait une évaluation génétique génomique, ne sont pas encore disponibles. Le développement d'un tel phénotypage à grande échelle dans les prochaines années reste toutefois un objectif réaliste.

Interactions

Une corrélation génétique positive moyenne a été observée avec l'efficacité du phosphore. Autrement dit, la sélection pour l'efficacité de l'azote entraînerait également une amélioration, dans une certaine mesure, de l'efficacité du phosphore. De même, la conversion alimentaire et la consommation seraient elles aussi optimisées par la sélection, car elles présentent toutes deux une corrélation génétique négative moyenne avec l'efficacité de l'azote.

Mise en œuvre: charges/déroulement/application/faisabilité

La faisabilité semble élevée en raison de l'héritabilité marquée, qui laisse espérer un progrès rapide de la sélection. Les corrélations génétiques avec d'autres critères dans les objectifs de sélection ne laissent pas présager de conflits majeurs. Toutefois, mesurer l'efficacité de l'azote pour chaque animal reste complexe et trop coûteux pour une estimation génomique de routine de la valeur d'élevage. Une sélection basée sur des marqueurs n'est pas recommandée, car de nombreuses variantes génomiques sont impliquées, chacune ayant une influence limitée. L'évaluation génomique de la valeur d'élevage pourrait être une option viable.

Conditions d'application

Il serait nécessaire de développer une stratégie de phénotypage à haut débit, par exemple en utilisant des équations d'estimation pour convertir en teneur en azote le pourcentage de viande maigre mesuré directement à l'abattoir à l'aide d'appareils de mesure à ultrasons (AutoFOM). Ce procédé permettrait de mesurer un nombre suffisant d'animaux dans un délai raisonnable pour l'estimation génomique de la valeur d'élevage. Les besoins en acides aminés essentiels des porcs d'élevage doivent être réévalués régulièrement et les recommandations alimentaires adaptées en conséquence, car on ne peut pas présumer que les besoins en acides aminés, tous confondus, diminuent de manière uniforme.

Évaluations

Rentabilité

Contrairement à d'autres critères, dont l'amélioration par la sélection se traduit directement par un avantage financier, la rentabilité est ici encore largement incertaine. Ci-après est présentée une évaluation sommaire de la rentabilité du point de vue des organisations d'élevage, des fabricants d'aliments composés et des exploitations agricoles. Cette évaluation est essentiellement qualitative et ne sert que de première orientation.

Organisation(s) d'élevage: Le développement du critère nécessaire à l'intégration dans l'indice de sélection nécessite des investissements, par exemple des dépenses pour le phénotypage et pour la création d'une population de référence destinée à l'évaluation génomique de la valeur d'élevage.

Fabricants d'aliments composés: les aliments pourraient être progressivement ajustés à la nouvelle génétique en réduisant la teneur en protéines brutes et en acides aminés essentiels, afin d'optimiser les formules pour un apport ou une excrétion d'azote (voir la fiche technique n° 214 «Recettes d'aliment composés optimisés sur les intrants nutritifs dans l'agriculture ou sur les rejets nutritifs des animaux de rente»). Il serait ainsi possible de réduire les besoins en protéines importées. Une baisse du prix des aliments pour animaux reste toutefois incertaine, car la réduction de la teneur en protéines brutes pourrait nécessiter l'ajout d'acides aminés de synthèse afin de garantir un apport suffisant en acides aminés essentiels.

Exploitations agricoles: avec une alimentation adaptée, l'engraissement de porcs valorisant efficacement les protéines permet de réduire les rejets d'azote (et, dans une moindre mesure, de phosphore) dans les engrais de ferme. En réduisant la teneur en protéines brutes et en acides aminés dans les aliments, il est possible de maintenir les mêmes performances d'engraissement qu'aujourd'hui, avec à la clé un impact potentiellement positif sur les coûts de l'alimentation. Une augmentation de l'efficacité de l'azote de 1 % par an permettrait de réduire la teneur en protéines brutes des aliments dans la même proportion. Étant donné que les teneurs réelles en protéines brutes et en acides aminés essentiels de synthèse des aliments adaptés aux progrès génétiques restent à déterminer, il est actuellement impossible de prévoir le prix des aliments à l'avenir.

Potentiel de réduction

Il est difficile de chiffrer précisément le potentiel de réduction, car celui-ci dépend de divers facteurs inconnus, notamment de la pondération dans l'indice de sélection, qui détermine le progrès génétique. D'autres objectifs de sélection, tels que les critères de qualité de la viande, ne doivent pas être négligés, ce qui limite l'intensité de sélection pour l'efficacité de l'azote. En fonction de la pondération de ce critère dans l'indice, on peut s'attendre à une réduction des émissions d'azote à moyen et à long terme. Les améliorations obtenues resteront toutefois valables et continueront d'augmenter progressivement.

En supposant qu'une augmentation annuelle de 1 % de l'efficacité de l'azote soit atteinte grâce à la sélection, la teneur en protéines brutes des aliments devrait être réduite d'autant, soit de 1 % par an. Si l'alimentation n'est pas adaptée en conséquence,

les excréments d'azote pourraient augmenter de 1 % par an en raison des besoins réduits des porcs en acides aminés. Avec une réduction correspondante de la teneur en protéines brutes dans l'alimentation, il serait possible de réduire les importations de supports protéiques. L'excrétion d'azote par animal diminuerait d'environ 2 % après un an et d'environ 8,5 % après cinq ans d'augmentation continue de l'efficacité de l'azote et d'adaptation des teneurs en protéines brutes, uniquement grâce à la réduction de la teneur en protéines (voir la [Fiche technique Agroscope n° 212](#) «Alimentation protéique du porc basée sur les acides aminés digestibles en limitant les intrants azotés»). En optimisant la teneur en protéines ou en acides aminés de l'alimentation des porcs, on pourrait également s'attendre à une augmentation de la part des supports protéiques produits en Suisse et à une réduction des importations, entraînant ainsi une diminution des intrants d'azote issus des aliments pour animaux dans l'agriculture suisse (voir Fiche technique Agroscope n° 214 «Recettes d'aliment composés optimisés sur les intrants nutritifs dans l'agriculture ou sur les rejets nutritifs des animaux de rente»).

Critères de qualité/de réussite

Pour quantifier précisément la diminution des excréments d'azote, il serait nécessaire de tester un échantillon d'animaux élevés dans des cages métaboliques. A l'échelle de l'exploitation, la teneur en N des engrais de ferme pourrait être mesurée de manière aléatoire. A l'échelle nationale, la réduction des besoins en protéines brutes pourrait se traduire par une baisse des importations de supports protéiques pour la fabrication d'aliments pour animaux.

Perspectives des parties prenantes

Les organisations d'élevage doivent améliorer la commercialisation des porcs élevés selon ces méthodes. Les fabricants d'aliments pour animaux doivent quant à eux adapter la teneur en protéines brutes des aliments destinés à ces lignées d'élevage. Dans certains cas, il peut être nécessaire d'adapter la fertilisation (p. ex. en compensant par l'achat d'engrais de ferme ou d'engrais minéraux si nécessaire ou en réduisant le transport). L'engraissement de lignées d'élevage valorisant l'azote de manière plus efficiente doit être pris en compte dans l'optimisation et le bilan de l'exploitation.

Conclusion

Le secteur porcin peut jouer un rôle crucial dans la réduction des apports et des émissions d'azote de l'agriculture suisse grâce à l'élevage de porcs valorisant l'azote de manière plus efficiente. Avec une meilleure efficacité de l'azote, une plus grande partie de l'azote absorbé avec l'alimentation est retenue dans la carcasse, ce qui réduit les besoins en protéines des porc. En conséquence, les coûts d'alimentation ainsi que les importations d'aliments pour animaux pourraient être diminués.

Informations complémentaires

Bibliographie

- Ewaoluwabemiga E.O., Bee G., Kasper C. (2023a). Genetic analysis of protein efficiency and its association with performance and meat quality traits under a protein-restricted diet. *Genetics Selection Evolution* 55, 35. <https://doi.org/10.1186/s12711-023-00812-3>
- Ewaoluwabemiga E.O., Lloret-Villas A., Nosková A., Pausch H., Kasper C. (2023b). Genome-wide association study and regional heritability mapping of protein efficiency and performance traits in Swiss Large White pigs. *bioRxiv*. <https://doi.org/10.1101/2023.11.28.568963>
- Knol E.F., Nielsen B., Knap P.W. (2016). Genomic selection in commercial pig breeding. *Animal Frontiers* 6 (1), 15–22, <https://doi.org/10.2527/af.2016-0003>
- Ruiz-Ascacibar I., Stoll P., Kreuzer M., Boillat V., Spring P., Bee G. (2017). Impact of amino acid and CP restriction from 20 to 140 kg BW on performance and dynamics in empty body protein and lipid deposition of entire male, castrated and female pigs. *Animal* 11 (3), 394–404. <https://doi.org/10.1017/S1751731116001634>
- Shaw M.I., Beaulieu A.D., Patience J.F. (2006). Effect of diet composition on water consumption in growing pigs. *Journal of Animal Science* 84 (11), 3123–3132, <https://doi.org/10.2527/jas.2005-690>
- Soldevila C., Coma, J., Aymerich, P. (2024). Nutritional management to reduce nitrogen excretion. *Pig333*, https://www.pig333.com/articles/nutritional-management-to-reduce-nitrogen-excretion-in-pigs_20317/

Impressum

Éditeur	Agroscope Rte de la Tioleyre 4 1725 Posieux www.agroscope.ch
Series Editor	Frank Liebisch
Téléchargement	www.agroscope.ch/perteselementsnutritifs
Copyright	© Agroscope 2024

Exclusion de responsabilité

Agroscope décline toute responsabilité pour d'éventuels dommages en lien avec la mise en œuvre d'informations contenues ici. La jurisprudence suisse actuelle est applicable.